

PERANCANGAN SISTEM *FORECASTING* TREND PENYALAHGUNAAN NAPZA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SYSTEM DYNAMICS*

SYSTEM DYNAMICS APPROACH TO DESIGN FORECASTING SYSTEM FOR DRUG ABUSE TREND

Francisco Maruli Panggabean¹, Valentino Ekaputra², Thomas Galih Satria³

Computer Science Department, School of Computer Science
Bina Nusantara University – Jakarta, 11480, Indonesia

¹fpanggabean@binus.edu, ²vekaputra@binus.edu, ³tsatria@binus.edu

Abstrak

NAPZA (Narkotika, Psikotropika, dan Zat Adiktif lainnya) merupakan masalah besar bagi bangsa Indonesia. Menurut UU No. 35 Tahun 2009, setiap pengguna narkotika akan di rehabilitasi, sehingga ada kesempatan bagi mereka yang pernah menjadi pemakai narkotika untuk dapat bebas dari ketergantungan. Selain dari rehabilitasi, lebih baik jika ketergantungan tersebut dicegah, baik dari segi peredaran maupun potensi pemakaian. Penelitian dilakukan dengan membuat model Stock Flow Diagram keadaan penyalahgunaan NAPZA saat ini dan melakukan simulasi untuk 50 tahun kedepan. Hasil dari penelitian ini adalah implikasi manajerial berupa besaran variabel yang dapat dimanipulasi untuk menurunkan tingkat penyalahgunaan NAPZA.

Kata Kunci: sistem, dinamis, narkotika, obat, model

Abstract

Drugs (Narcotics, Psychotropic and Addictive Substances) is a big problem in Indonesia. Act No. 35 of 2009 states that every narcotics addict will be rehabilitated, so they have a chance to be freed from addiction. The rehabilitation cost for narcotics user is extremely high, therefore it is better to prevent. This research was conducted by creating a simulation model according to the current state of drugs abuse represented by a Stock Flow Diagram. The model was simulated to get the condition of drugs abuse in 50 years. The result of this research is a managerial implication that can be recommended for the decision maker to reduce the number of drugs abuse.

Keywords: system, dynamics, narcotic, drug, model

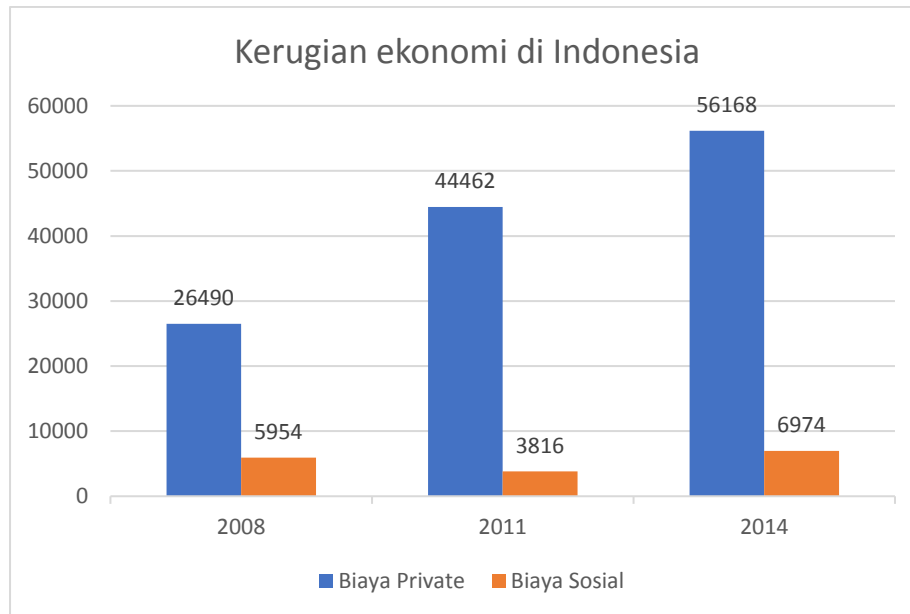
Tanggal Terima Naskah : 13 Juli 2018

Tanggal Persetujuan Naskah : 26 Juli 2018

1. PENDAHULUAN

Penyalahgunaan NAPZA (Narkotika, Psikotropika, dan Zat Adiktif) di Indonesia sudah menjadi permasalahan dengan skala nasional. Hal ini diperkuat dengan temuan BNN (Badan Narkotika Nasional) yang menyatakan bahwa Indonesia berada di urutan pertama se-ASEAN dalam hal peredaran narkoba, yaitu sebanyak 43%. Selain itu, Indonesia juga

masuk dalam daftar 30 besar negara dengan kegiatan transaksi narkoba. Penyalahgunaan NAPZA berdampak negatif dan sangat besar dampaknya terhadap perekonomian Indonesia. Dengan adanya kasus peredaran narkoba, Indonesia mengalami kerugian lebih dari 26 triliun pada tahun 2008 dan meningkat menjadi 44 triliun pada tahun 2011 dan 56 triliun pada tahun 2014 [1]. Selain dampak ekonomi, kasus ini juga memberikan dampak kesehatan dan sosial. Penyalahgunaan narkoba dapat meningkatkan penularan penyakit, seperti HIV/AIDS dan Hepatitis C. Dampak sosial dapat berupa kecelakaan, perkelahian, dan kekerasan.



Gambar 1. Kerugian ekonomi di Indonesia akibat narkoba

BNN selaku Badan Usaha Milik Negara memiliki tugas dan fungsi yang berhubungan dengan penyalahgunaan NAPZA. Sebagai lembaga pemerintah non kementerian yang bertanggungjawab kepada presiden, BNN memiliki peranan dalam melakukan pencegahan dan pemberantasan penyalahgunaan NAPZA. Bersama dengan Kepolisian Negara Republik Indonesia, BNN juga turut berperan dalam pemberantasan dan penanggulangan peredaran narkoba. Walaupun bekerja sama dengan pihak kepolisian, sejak tahun 2009 jumlah kasus penggunaan NAPZA terus bertambah. Pada tahun 2009, kasus yang berhubungan dengan narkoba adalah sebesar 11.135 kasus [2] sedangkan pada tahun 2010, kasus narkoba bertambah menjadi 17.834 kasus. Jumlah kasus ini terus bertambah sampai pada tahun 2013 mencapai 21.119 kasus.

2. PENELITIAN SEBELUMNYA

System Dynamics merupakan teknik untuk membuat model dan simulasi keadaan nyata. Teknik ini dapat diterapkan ke berbagai aspek, salah satunya adalah untuk pemodelan perencanaan kapasitas *remanufacturing*. Pemodelan kapasitas ini dilakukan karena tingginya tingkat pergantian *demand* pada suatu produk. Model tersebut dapat digunakan sebagai alat untuk simulasi yang dapat mengevaluasi kebijakan jangka Panjang [3]. Pada penelitiannya, metodologi *System Dynamics* digunakan untuk mendapatkan estimasi *stock and flow* dari *supply chain*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mempelajari tingkah laku dari *Reverse Supply Chain* dengan proses *remanufacturing* dan kebijakan pengembangan kapasitas penerimaan barang. Kebijakan yang ditawarkan akan

mengarah pada keputusan yang pasti tentang perluasan kapasitas penyimpanan. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebuah model yang dapat digunakan untuk memahami deskripsi dan analisis secara luas mengenai sistem yang berjalan dan keadaan alternatif. Model tersebut dapat digunakan untuk menganalisis beragam skenario yang pada akhirnya dapat dijadikan acuan dalam membuat kebijakan.

System Dynamics dapat diterapkan untuk memudahkan pemahaman publik mengenai pilihan tentang pengelolaan air di Las Vegas [4]. Ia menyatakan bahwa dengan menggunakan *System Dynamics*, pihak pengambil keputusan menjadi terbantu untuk menyampaikan masalah dan tantangan yang ada kepada *stakeholder*. Dengan membuat simulasi model, masalah pada model akan lebih jelas terlihat. Pengelolaan air dapat diselesaikan dengan berbagai cara, seperti penambahan jumlah ketersediaan air dan regulasi pemerintah. Walaupun demikian, masyarakat akan setuju dengan kebijakan yang akan diambil bila mereka paham mengenai sumber masalah dan konsekuensi yang terjadi bila hal tersebut terus dibiarkan. *System Dynamics model* terdiri dari model kualitatif/konseptual dan kuantitatif/numerical [5]. Model kualitatif menggunakan *Causal Loop Diagram*. Model ini menggambarkan model sistem secara konsep. Model kualitatif menggunakan *Stock Flow Diagram*. Diagram ini dapat menampilkan efek dari strategi intervensi melalui simulasi dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

Bisnis narkoba merupakan ancaman besar bagi Indonesia. Indonesia mengalami kerugian sebesar Rp. 63,1 trilyun [1]. Angka ini diprediksi akan meningkat menjadi Rp. 143,8 trilyun di tahun 2020. Bisnis narkoba memang sulit untuk diberantas. Para pelaku bisnis ini mampu untuk mengatur cara kerjanya untuk menyesuaikan diri dengan keadaan. Pada prosesnya, tingkat *demand* penggunaannya terhadap narkoba sulit untuk berubah. Proses ini membentuk sebuah *feedback loop* yang cenderung stabil antara harga dan ketersediaan barang walaupun ada hukum yang jelas [6].

Tabel 1. Perbandingan penelitian sebelumnya

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode dan Instrumen Penelitian	Kesimpulan Penelitian
1	(Vlachos, Georgiadis, & Iakovou, 2007)	<i>A system dynamics model for dynamic capacity planning of remanufacturing in closed-loop supply chains</i>	<i>System Dynamics, Causal Loop Diagram, Stock Flow Diagram, Pengumpulan Data, Pengembangan Model</i>	Model yang dikembangkan dapat digunakan untuk menganalisis beberapa skenario (analisis <i>what-if</i>) untuk mengidentifikasi efisiensi kebijakan yang diambil

Tabel 2. Perbandingan penelitian sebelumnya (Lanjutan)

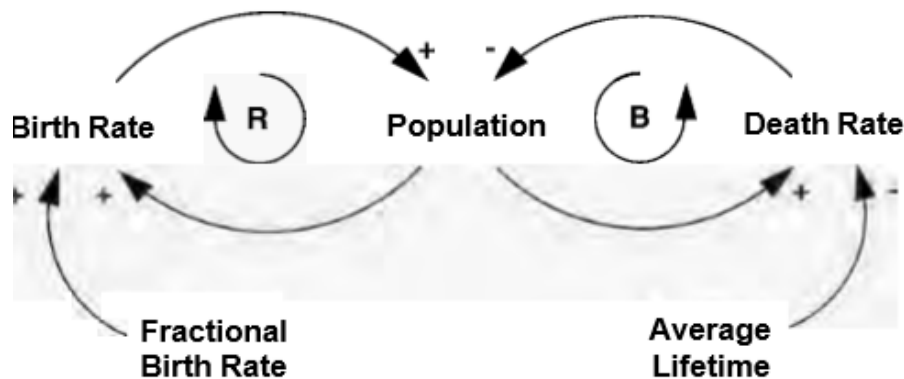
No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode dan Instrumen Penelitian	Kesimpulan Penelitian
2	(Stave, 2003)	<i>A system dynamics model to facilitate public understanding of water management options in Las Vegas, Nevada</i>	<i>System Dynamics, Causal Loop Diagram, Stock Flow Diagram,</i> Pengumpulan Data, Pengembangan Model	Model yang dikembangkan digunakan untuk menggambarkan keadaan air pada Las Vegas. Model ini dipaparkan kepada <i>stakeholders</i> melalui <i>workshop</i> . Walaupun <i>stakeholders</i> tidak memiliki pengetahuan dasar mengenai <i>System Dynamics</i> , mereka tetap dapat memberikan solusi dengan mengubah nilai beberapa variabel dan mengetahui efeknya secara langsung.
3	(Winz & Brierley, 2008)	<i>The Use of System Dynamics Simulation in Integrated Water Resources Management</i>	<i>System Dynamics, Causal Loop Diagram, Stock Flow Diagram,</i> Pengumpulan Data, Pengembangan Model	Dengan batasan sistem model yang dibuat, <i>System Dynamics</i> sangat cocok diimplementasikan pada masalah dengan disiplin ilmu yang beragam. Dengan menggunakan model, manajemen air dapat dilakukan dengan dinamis sesuai dengan masalah dan perubahan cuaca.
4	(Fowler, 1996)	<i>The International Narcotics Trade: Can It Be Stopped by Interdiction?</i>	<i>System Dynamics, Causal Loop Diagram, Stock Flow Diagram,</i> Pengumpulan Data, Pengembangan Model	Hasil simulasi menyatakan bahwa Larangan (<i>interdiction</i>) tidak efektif jika digunakan sebagai strategi untuk mengurangi peredaran narkoba. Pada model, diketahui bahwa efek pelarangan hanya efektif pada jangka waktu pendek saja karena pengedar dapat dengan mudah mengganti strategi peredaran dan penyelundupan narkoba.

3. *SYSTEM DYNAMICS*

System Dynamics adalah kumpulan elemen yang saling terhubung dan berhubungan satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan. Elemen yang ada dalam sebuah sistem terdiri dari *elements*, *interconnections*, dan *purpose* [7]. *System Dynamics* dapat digambarkan dalam bentuk model atau grafik. Variabel yang terdapat pada model dapat berupa *elements* atau *interconnection*. Sumbu horizontal pada model biasanya berupa satuan waktu sehingga pengguna model dapat melihat keadaan variabel di masa lalu dan melakukan prediksi untuk masa yang akan datang.

3.1 *Causal Loop Diagram*

Causal Loop Diagram adalah sebuah instrumen yang digunakan untuk menggambarkan aksi dan umpan balik pada sebuah sistem. CLD memetakan hubungan antar variabel menggunakan garis dan arah hubungannya ditentukan oleh arah panah.

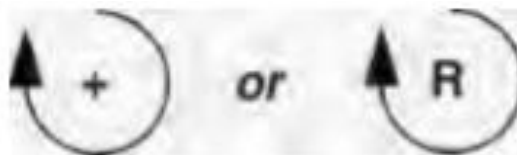


Gambar 2. *Causal Loop Diagram* [8]

Pada CLD, panah hubungan antar variabel memiliki notasi positif atau negatif. Jika dua variabel saling terhubung dengan panah timbal balik, maka terbentuklah sebuah *Loop*. *Loop* memiliki dua tipe, yaitu *Loop Positif (Reinforcing)* dan *Loop Negatif (Balancing)*.

a. *Reinforcing Loop (Positive Loop)*

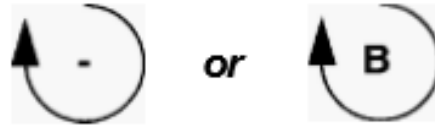
Reinforcing Loop merupakan hubungan timbal balik antar variabel yang saling memperkuat.



Gambar 3 *Positive Loop* [8]

b. *Balancing Loop (Negative Loop)*

Balancing Loop adalah hubungan timbal balik antar variabel yang jika variabel dengan nilai minus meningkat, maka nilai variabel yang ditunjuk akan berkurang dan variabel yang ditunjuk dengan simbol positif akan bertambah.



Gambar 4. *Negative Loop* [8]

3.2 Stock Flow Diagram

Dalam penggambaran model, *Stock Flow Diagram* memiliki beberapa elemen, yaitu:

a. *Stock*

Elemen dari sebuah sistem mudah untuk diketahui karena terlihat dan bersifat *tangible*. Dalam *System Dynamics*, elemen dapat juga disebut sebagai *stock*. *Stock* dapat berupa kumpulan, kuantitas, ataupun kumpulan material atau informasi yang terkumpul sejak lama. Dalam pemodelan, *Stock* digambarkan dalam bentuk kotak.

b. *Flow*

Interconnections atau pada model disebut sebagai *flow* adalah proses hubungan yang mengubah nilai dari *Stock*. *Flow* dapat berupa proses yang mengarah ataupun berangkat dari elemen *Stock*. Beberapa *Flow* dapat mempengaruhi *Stock* yang sama. *Flow* yang mengarah ke *Stock* akan bertindak sebagai variabel yang menambahkan nilai *Stock*, sedangkan *Flow* yang mengarah keluar *Stock* akan mengurangi jumlah *Stock*. Nilai dari sebuah *Flow* berasal dari persamaan matematik dan dapat menggunakan variabel *Stock*, *Auxiliary*, atau *Constant* pada persamaan tersebut.



Gambar 5. Pemodelan *Stock* dan *Flow* [7]

c. *Auxiliary*

Auxiliary adalah persamaan matematik yang akan digunakan jika ingin mengubah nilai sebuah variabel. *Auxiliary* digambarkan dalam bentuk lingkaran.

d. Konstanta

Konstanta adalah variabel yang mengandung nilai yang pada proses simulasinya cenderung konstan/tidak berubah. Konstanta digambarkan dalam bentuk *diamond*.

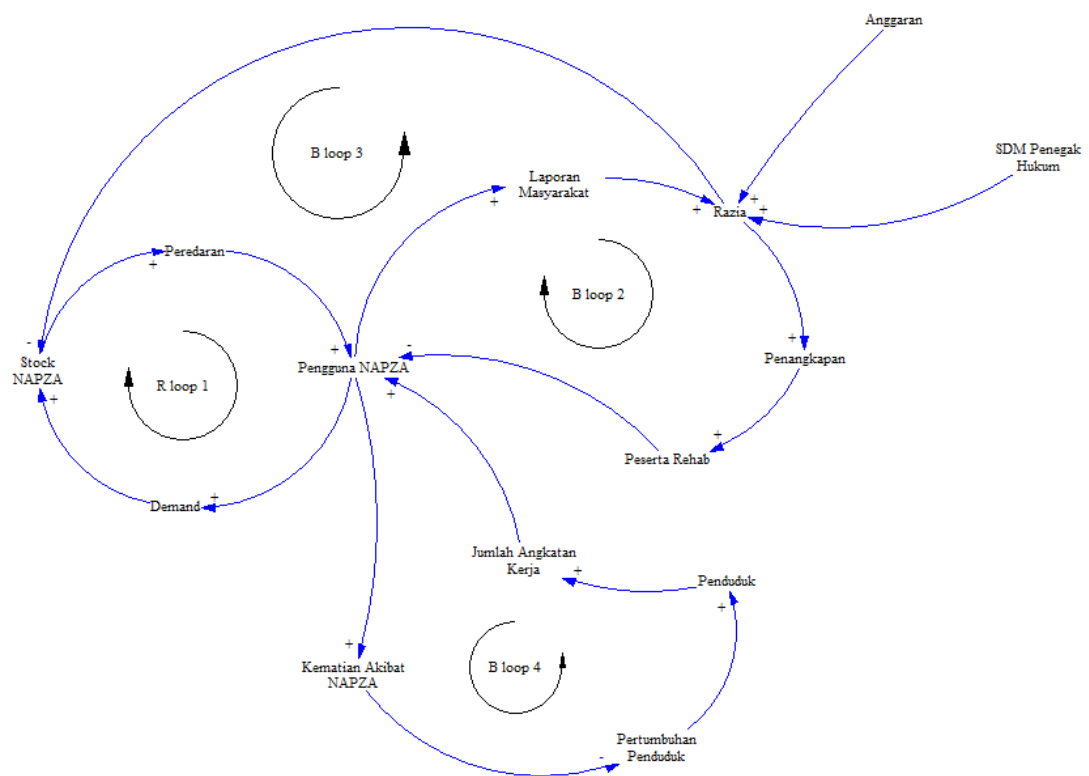
4. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *System Dynamics*. Metode ini digunakan karena berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah, terdapat banyak data yang saling berhubungan sebab akibat dan objek yang diamati memiliki

banyak jenis variabel. Penelitian menggunakan bantuan *software* Vensim PLE untuk melakukan simulasi model yang akan dibuat. Pendekatan kuantitatif dilakukan untuk menganalisis data yang ada dan mengetahui tren. Data juga digunakan sebagai hubungan sebab akibat yang akan dipakai dalam melakukan simulasi. Pendekatan ini juga dapat digunakan untuk menjelaskan keadaan lapangan sebagai dasar untuk membuat model.

4.1 Rancangan *Causal Loop Diagram*

Berikut ini adalah diagram yang akan digunakan dalam penelitian ini. Model baku yang digunakan adalah model *Limit to Growth*.



Gambar 6. *Causal Loop Diagram*

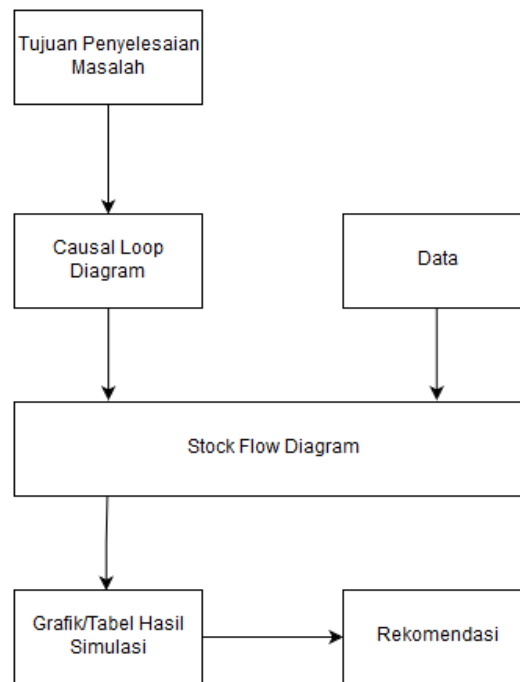
Berikut adalah penjelasan mengenai hubungan antar variabel pada CLD yang telah dibangun:

1. Rangkaian hubungan antara Pengguna NAPZA → Demand (+) → Stock NAPZA (+) → Peredaran (+) → kembali ke Pengguna NAPZA (+) membentuk *Reinforcing Loop* (R Loop 1).
2. Rangkaian hubungan antara Pengguna NAPZA → Laporan Masyarakat (+) → Razia (+) → Penangkapan (+) → Peserta Rehabilitasi (+) → dan kembali ke Pengguna NAPZA (-) membentuk *Balancing Loop* (B Loop 2).
3. Rangkaian hubungan antara Pengguna NAPZA → Laporan Masyarakat (+) → Razia (+) → Stock NAPZA (-) → Peredaran (+) → kembali ke Pengguna NAPZA (+) membentuk *Balancing Loop* (B Loop 3).

4. Rangkaian hubungan antara Pengguna NAPZA \rightarrow Kematian Akibat NAPZA (+) \rightarrow Pertumbuhan Penduduk (-) \rightarrow Penduduk (+) \rightarrow Jumlah Angkatan Kerja (+) \rightarrow kembali ke Pengguna NAPZA (+) membentuk *Balancing Loop* (B Loop 4).

4.2 Tahapan Simulasi Data

Stock Flow Diagram menghasilkan sebuah grafik *forecast* mengenai *variable* yang digunakan dalam model. Grafik tersebut dapat digunakan sebagai alat rekomendasi untuk mengambil keputusan. Sebelum model yang dirancang dapat digunakan untuk *forecasting*, perlu dilakukan verifikasi agar dapat diketahui seberapa bias hasil simulasi tersebut. Pelaksanaan simulasi data melalui tahapan-tahapan berikut:



Gambar 7. Tahapan Simulasi Data

1. Tujuan Penyelesaian Masalah
Tujuan penyelesaian masalah disesuaikan dengan latar belakang dan rumusan masalah untuk digunakan sebagai dasar pembuatan *Causal Loop Diagram*.
2. *Causal Loop Diagram*
Causal Loop Diagram dihasilkan dari tahap sebelumnya dan digunakan untuk pembuatan model yang akan digunakan sebagai simulasi *System Dynamics*.
3. Data
Data yang dibutuhkan dicari dengan cara studi kepustakaan dan observasi yang kemudian akan digunakan sebagai *input* dalam pemodelan simulasi.
4. *Stock Flow Diagram*
Hasil dari *Causal Loop Diagram* diuji menggunakan data yang ada menggunakan simulasi.
5. Hasil Simulasi
Hasil simulasi berupa grafik atau tabel didapat dari tahap *Stock Flow Diagram*.
6. Rekomendasi/Solusi
Hasil validasi yang sudah sesuai kemudian dirumuskan solusinya sehingga dapat memberikan rekomendasi terhadap permasalahan yang ada.

5. IMPLEMENTASI

5.1. Deskripsi Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari BNN dan BPS. Data dari BNN berupa Laporan Akhir Survei Nasional Perkembangan Penyalahgunaan Narkoba Tahun Anggaran 2014 dan Laporan Kinerja Badan Narkotika Nasional Tahun 2015. Laporan BNN diterbitkan dengan frekuensi satu tahun sekali. Laporan ini dapat diperoleh oleh kalangan umum dengan cara mengakses situs BNN. Beberapa data yang didapat ada yang berupa data kasar, sehingga perlu disesuaikan dengan model yang akan dibangun. Selain dari BNN, penulis juga menggunakan data yang disediakan oleh BPS. Data BPS dapat diakses secara langsung oleh kalangan umum. Data dari BPS berupa Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi. Beberapa data dari BPS masih berupa data kasar sehingga perlu diolah agar sesuai dengan model yang akan dibangun.

Data laporan yang digunakan memiliki kegunaan yang berbeda dalam membuat model dan melakukan simulasi. Laporan Akhir Survei Nasional Perkembangan Penyalahgunaan Narkoba oleh BNN dan kepolisian digunakan untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan NAPZA dan kriminalitas. Laporan Kinerja Badan Narkotika Nasional Tahun 2015 yang juga diterbitkan oleh BNN menyediakan data mengenai pengguna NAPZA dan rehabilitasi. Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi oleh BPS digunakan untuk mendapatkan data tentang keadaan sosial dan kependudukan.

Fokus utama pada penelitian ini adalah membuat model mengenai jumlah pengguna NAPZA yang ada di Indonesia. Oleh karena itu, model ini akan menggunakan data jumlah pengguna NAPZA dan jumlah penduduk Indonesia. Ketika ada pengguna, tentunya ada pihak yang menyediakan NAPZA. Oleh karena itu, model ini juga membutuhkan data mengenai jumlah peredaran. Selain peredaran, model ini juga membutuhkan data mengenai proses produksi NAPZA tersebut, tetapi data tersebut sulit didapatkan oleh BNN karena sebagian besar produksi NAPZA berada di luar Indonesia. Karena itu, jumlah pertambahan peredaran NAPZA hanya dapat dihitung dengan mencari faktor *demand* pengguna terhadap NAPZA itu sendiri.

Indonesia mengadakan sensus setiap 10 tahun sekali. Oleh karena itu, jumlah penduduk yang dapat diperoleh secara pasti adalah dari tahun 1980 sampai 2010. Data sebelum dan sesudah tahun 2010 didapat dari rasio pertumbuhan penduduk yang merupakan data yang didapat dari laporan BPS.

Tabel 3. Perbandingan riwayat dan simulasi jumlah penduduk

Tahun	Simulasi Jumlah Penduduk	Riwayat Jumlah Penduduk	Bias
1980	147.490.298,00	147.490.298,00	0,00%
1990	172.914.322,65	179.378.946,00	3,74%
2000	202.720.879,83	206.264.595,00	1,75%
2010	237.665.420,02	237.641.326,00	0,01%

Dalam simulasi, data yang akan digunakan adalah data tahun 2009 sampai 2013, sehingga data sensus perlu diproyeksikan sesuai dengan tahun kebutuhannya yang ditampilkan pada Tabel 2. Untuk mencari laju pertumbuhan per tahun menggunakan data yang berselang 10 tahun, digunakan persamaan berikut.

$$r = (t_2 / t_1)^{(1/n)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

R = laju pertumbuhan per tahun pada rentang t2 dan t1

t2 = jumlah penduduk di tahun akhir

t1 = jumlah penduduk di tahun awal

n = jarak tahun

Untuk mendapatkan proyeksi tahun 2009 sampai 2013, maka digunakan rentang tahun 2000 sampai 2010. Berdasarkan persamaan 1, didapat nilai $r = 1,0143$, atau 1,43% pertumbuhan penduduk. Hasil proyeksi tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Penduduk 2009 sampai 2013

Tahun	JumlahPenduduk
2009	234.299.973
2010	237.641.326
2011	241.030.330
2012	244.467.664
2013	247.954.018

Data jumlah kasus dan tersangka didapat dari laporan akhir BNN. Data yang tersedia mulai dari tahun 2009 sampai 2013 yang ditampilkan pada Tabel 4. Jumlah kasus dan tersangka dibagi menurut jenis penyalahgunaan NAPZA, tetapi yang akan digunakan dalam model adalah total dari jenis NAPZA per tahun. Peningkatan penyalahgunaan narkoba menurut laporan kinerja BNN adalah sebesar 0,02% per tahun.

Tabel 5. Riwayat pengguna dan kasus NAPZA dari tahun 2009 sampai 2013 yang tertangkap

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2009	Kasus	11.140	8.779	10.964	30.878	-
	Tersangka	15.081	11.687	11.635	38.403	-
2010	Kasus	17.898	1.181	7.599	26.614	-13,81%
	Tersangka	23.975	1.502	8.020	33.422	-12,97%
2011	Kasus	19.128	1.601	9.067	29.713	11,64%
	Tersangka	25.297	1.997	9.438	36.589	9,48%
2012	Kasus	19.081	1.729	7.917	28.623	-3,67%
	Tersangka	25.309	2.062	8.269	35.453	-3,10%
2013	Kasus	21.269	1.612	12.705	35.436	23,80%
	Tersangka	28.788	1.868	13.356	43.767	23,45%
Rata-rata pertumbuhan kasus						17,97%
Rata-rata pertumbuhan tersangka						16,85%

Sumber: Badan Narkotika Nasional [1]

Keterangan:

- (1) Narkotika
- (2) Psikotropika
- (3) Zat Adiktif Lainnya
- (4) Jumlah
- (5) Pertumbuhan

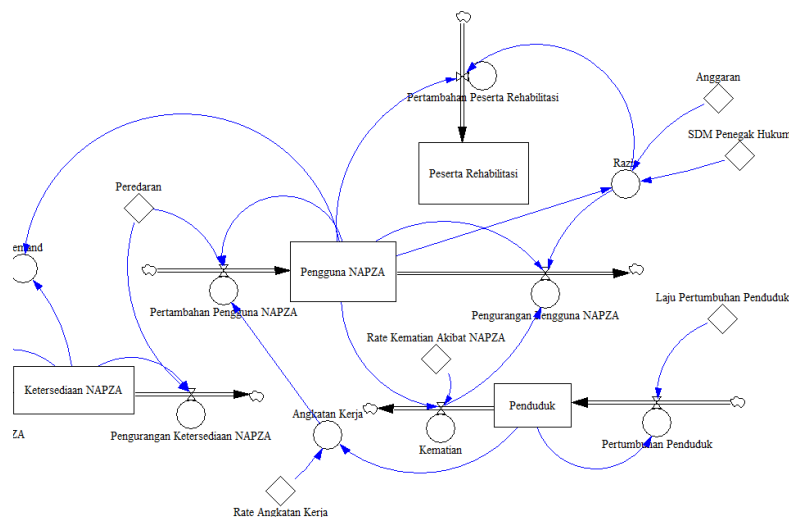
Berdasarkan laporan BNN, kelompok pengguna NAPZA dapat dibagi menjadi kelompok pelajar, pekerja, dan rumah tangga, sehingga sekitar 80% pengguna NAPZA berada pada usia angkatan kerja. Dengan demikian maka semakin banyak angkatan kerja akan mempengaruhi jumlah pengguna NAPZA.

Tabel 6. Angkatan kerja tahun 2009 sampai 2013

Tahun	Angkatan Kerja (juta orang)	LajuPertumbuhan
2009	113,74	-
2010	116,00	1,99%
2011	119,40	2,85%
2012	120,41	0,84%
2013	121,19	0,64%
Rata-rata		1,58%

5.2 Rancangan Model

Berdasarkan model *Causal Loop Diagram* pada Gambar 6, dilakukan pembuatan model *Stock Flow Diagram* agar dapat disimulasikan dan menghasilkan grafik *forecast*. Berikut ini adalah model untuk mengetahui tren pengguna NAPZA yang ada di Indonesia.



Gambar 8. Rancangan *Stock Flow Diagram*

Model *Stock Flow Diagram* pada Gambar 8 merupakan hasil penurunan dari model *Causal Loop Diagram*. Setiap hubungan antara *stock* dan *variable* lainnya memiliki hipotesis sebagai berikut:

1. *Stock* Peserta Rehabilitasi akan bertambah seiring dengan *Flow* Pertambahan Peserta Rehabilitasi. *Flow* Pertambahan Peserta Rehabilitasi dipengaruhi oleh *Auxiliary* Razia dan *Stock* Pengguna NAPZA. Semakin banyak jumlah pengguna NAPZA, maka jumlah pengguna yang dapat direhabilitasi juga akan semakin banyak dan dipengaruhi pula oleh faktor razia. Semakin banyak razia yang dilakukan, semakin banyak pula potensi jumlah peserta yang akan direhabilitasi.
2. *Auxiliary* Razia dipengaruhi oleh konstanta Anggaran dan konstanta SDM Penegakan Hukum karena semakin banyak SDM Penegakan Hukum, maka semakin banyak pula jumlah kegiatan razia yang dapat dilakukan. Semakin banyak anggaran, maka semakin banyak pula kegiatan razia yang dapat dilaksanakan.
3. *Stock* Pengguna NAPZA dipengaruhi oleh jumlah peredaran, tingkat *demand* NAPZA, jumlah razia, jumlah kematian, dan jumlah angkatan kerja. Semakin tinggi jumlah peredaran NAPZA, maka semakin tinggi pula penduduk yang berpotensi terpapar NAPZA, sehingga meningkatkan pengguna NAPZA. Semakin tinggi tingkat *demand* NAPZA, maka semakin tinggi pula pertambahan pengguna NAPZA. Semakin tinggi jumlah razia, semakin sedikit jumlah pengguna NAPZA karena pengguna NAPZA tertangkap dan dipindahkan ke *stock* Rehabilitasi. Semakin tinggi jumlah kematian, maka akan mengurangi jumlah pengguna NAPZA. Jumlah kematian disini hanya memperhitungkan jumlah penduduk yang mati akibat penyalahgunaan NAPZA. Semakin tinggi jumlah angkatan kerja, maka semakin tinggi pula jumlah Pengguna NAPZA karena berdasarkan data historis, mayoritas pengguna NAPZA adalah mereka yang berada di usia kerja.
4. *Stock* Ketersediaan NAPZA dipengaruhi oleh *Demand*, Peredaran, dan persentase histori pertambahan NAPZA. Semakin tinggi *Demand*, maka semakin banyak pula NAPZA yang tersedia karena jumlah permintaan yang tinggi akan memicu pengedar untuk meningkatkan produksi dan peredaran NAPZA. Semakin tinggi Peredaran, semakin berkurang *Stock* Ketersediaan NAPZA karena terdapat sejumlah NAPZA yang diedarkan dan dipakai.
5. *Stock* Penduduk dipengaruhi oleh *Rate* Kematian Akibat NAPZA dan Laju Pertumbuhan Penduduk. Semakin tinggi *Rate* Kematian Akibat NAPZA, semakin berkurang jumlah penduduk. Semakin tinggi Laju Pertumbuhan Penduduk, semakin tinggi jumlah *Stock* Penduduk.

Stock Flow Diagram yang dibuat berdasarkan *Causal Loop Diagram* seperti pada Gambar 8. Model ini masih perlu diverifikasi tingkat kepercayaannya. Model ini dibuat menggunakan aplikasi Vensim® PLE versi 6.4b. Simbol tersebut memiliki arti tersendiri. Berikut ini adalah tabel penjelasan tentang model *Stock Flow Diagram* tren pengguna NAPZA.

Tabel 7. Keterangan variabel SFD

Variabel	Tipe Variabel	Keterangan
<i>Demand</i>	<i>Auxiliary</i>	Perbandingan pemakai dan ketersediaan NAPZA
Razia	<i>Auxiliary</i>	Persentase pengguna NAPZA yang berhasil ditangkap berdasarkan jumlah pengguna
Angkatan Kerja	<i>Auxiliary</i>	Pertambahan angkatan kerja per satu tahun
<i>Rate</i> Kematian Akibat NAPZA	Konstanta	Persentase jumlah kematian pengguna NAPZA
SDM Penegak Hukum	Konstanta	Jumlah SDM Penegak Hukum yang melakukan razia

Tabel 8. Keterangan variabel SFD (Lanjutan)

Variabel	Tipe Variabel	Keterangan
Anggaran	Konstanta	Jumlah anggaran kasus yang dapat di proses selama satu tahun
Peredaran	Konstanta	Persentase ketersediaan NAPZA yang berhasil diedarkan
Laju Pertumbuhan Penduduk	Konstanta	Persentase pertumbuhan penduduk per tahun
Rate Angkatan Kerja	Konstanta	Persentase angkatan kerja berdasarkan jumlah penduduk
Kematian	<i>Flow</i>	Jumlah penduduk yang meninggal akibat NAPZA
Pengurangan Pengguna NAPZA	<i>Flow</i>	Jumlah pengguna NAPZA yang tertangkap dan meninggal
Pengurangan Ketersediaan NAPZA	<i>Flow</i>	Jumlah persediaan NAPZA yang berkurang
Pertambahan Ketersediaan NAPZA	<i>Flow</i>	Jumlah ketersediaan NAPZA yang bertambah
Pertambahan Pengguna NAPZA	<i>Flow</i>	Jumlah pertambahan pengguna NAPZA
Pertambahan Peserta Rehabilitasi	<i>Flow</i>	Jumlah pertambahan peserta rehabilitasi
Pertambahan Peserta Rehabilitasi	<i>Flow</i>	Jumlah pertambahan peserta rehabilitasi
Pertumbuhan Penduduk	<i>Flow</i>	Jumlah pertumbuhan penduduk per tahun
Peserta Rehabilitasi	<i>Stock</i>	Jumlah pengguna NAPZA yang berhasil tertangkap dan di rehabilitasi
Ketersediaan NAPZA	<i>Stock</i>	Jumlah NAPZA yang beredar
Penduduk	<i>Stock</i>	Jumlah penduduk di Indonesia
Pengguna NAPZA	<i>Stock</i>	Jumlah pengguna NAPZA di Indonesia

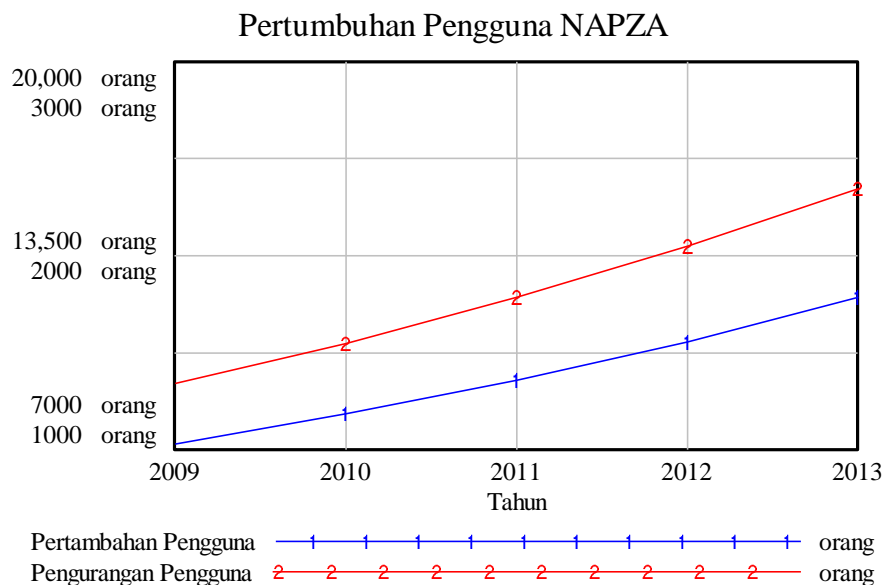
5.3 Verifikasi Model

Setelah model *Stock Flow Diagram* dibuat, perlu dilakukan verifikasi agar tingkat kepercayaan pada model dapat diketahui. Verifikasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan riwayat data yang ada. Oleh karena itu, simulasi dilakukan hanya pada jarak tahun 2009 sampai 2013 karena data yang tersedia hanya pada tahun tersebut saja.

Tabel 9. Perbandingan pengguna NAPZA hasil simulasi dan data *real*

<i>Time (Year)</i>	Hasil Simulasi	Pengguna NAPZA	Bias (%)
2009	38.403	38.403	-
2010	37.616	33.422	12,55
2011	36.873	36.589	0,78
2012	36.172	35.453	2,03
2013	35.512	43.767	18,86
Rata-rata bias			8,55

Pada tabel 3, dilakukan verifikasi model berupa perbandingan antara jumlah pengguna NAPZA hasil simulasi dan data *real* yang diperoleh dari laporan BNN. Pada perbandingan tersebut, didapat rata-rata bias sebesar 8,55%. Pada gambar 9, pertambahan jumlah penduduk diiringi dengan pertambahan pengguna NAPZA. Walaupun rasio pertambahan hampir sama, selama 10 tahun pengguna terus meningkat dan peserta rehabilitasi tidak dapat menyaingi jumlah pertambahan pengguna NAPZA. Pada gambar, di sumbu y terdapat dua baris satuan dengan baris pertama mewakili angka pertambahan pengguna dan baris kedua mewakili angka pengurangan pengguna. Penggambaran ini dilakukan agar kedua grafik tersebut terlihat perubahan nilainya.



Gambar 9. Keadaan pertumbuhan pengguna NAPZA

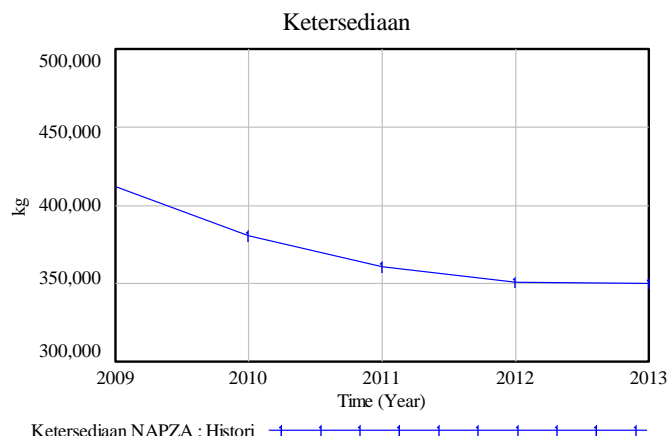
PBerdasarkan perbandingan antara hasil simulasi dan data *real* jumlah penduduk, didapat rata-rata bias sebanyak 0,27%.

Tabel 10. Perbandingan jumlah penduduk hasil simulasi dan data *real*

Tahun	Jumlah Penduduk	Hasil Simulasi	Bias (%)
2009	234.299.973	234.299.973	-
2010	237.641.326	237.665.420	0,01
2011	241.030.330	241.475.319	0,18
2012	244.467.664	245.346.293	0,36
2013	247.954.018	249.279.320	0,53
Rata-rata bias			0,27
Sumber: Badan Pusat Statistik [9]			

Berdasarkan persamaan Vensim, maka dilakukan simulasi menggunakan data historis sehingga menghasilkan grafik. Grafik menunjukkan pertambahan penduduk yang stabil. Hal ini disebabkan oleh sistem sensus yang mencacah jumlah penduduk setiap 10 tahun sekali. Oleh karena itu, data yang disediakan oleh BPS juga bersifat proyeksi dan tidak bisa disimulasikan. Grafik berikut ini adalah hasil perbandingan antara hasil sensus penduduk pada tahun 1980, 1990, 2000, sampai 2010 dan proyeksi jumlah penduduk menggunakan rata-rata pertumbuhan penduduk. Dari hasil simulasi penduduk dari tahun 1980 sampai 2010, terdapat penyimpangan antara angka simulasi dan angka seharusnya sebesar 0,01 sampai 3,74%, sehingga untuk simulasi selanjutnya mulai dari tahun 2009 akan digunakan laju pertumbuhan penduduk yang telah digunakan pada simulasi sebelumnya, yaitu sebesar 1,6031%.

Pada Gambar 10, stok ketersediaan NAPZA mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh jumlah pemakaian dan barang yang tertangkap. Sumbu y menggambarkan jumlah ketersediaan NAPZA dalam satuan kilogram, sedangkan sumbu x mewakili tahun simulasi.



Gambar 10. Ketersediaan NAPZA

5.4 Hasil Simulasi

Setelah model berhasil diverifikasi, maka dilakukan simulasi untuk melakukan *forecasting* selama 50 tahun ke depan, mulai dari tahun 2016. Pada aplikasi Vensim, ketika pengguna membuat *Stock Flow Diagram*, maka terbentuk persamaan berdasarkan hubungan antar variabel dan data historis yang tersedia. Dalam penggunaannya, peneliti

hanya perlu memasukkan nilai awal untuk variabel dengan tipe *stock* dan *constant*. Persamaan yang digunakan memiliki tingkat kepercayaan sebesar 91,45% berdasarkan nilai terendah dari hasil verifikasi yang dilakukan. Persamaan pada Tabel 9 ini digunakan dalam melakukan simulasi.

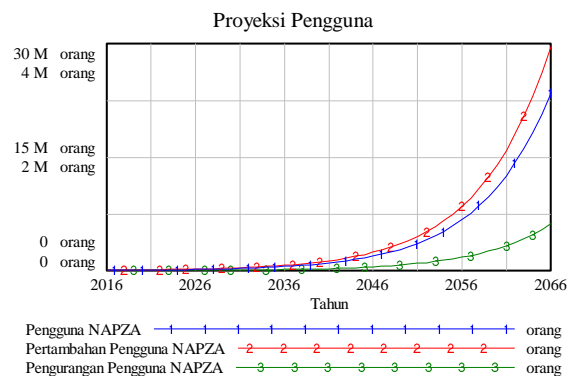
Tabel 11. Persamaan Model dalam Vensim

<i>Variable</i>	<i>Type</i>	<i>init</i>	<i>Flow</i>	<i>doc</i>	<i>unit</i>
Ketersediaan NAPZA	<i>Stock</i>	411.558	$+dt * \text{Pertambahan Ketersediaan NAPZA} - dt * \text{Pengurangan Ketersediaan NAPZA}$,	Jumlah NAPZA yang tersedia	kg
Penduduk	<i>Stock</i>	258.705.000	$+dt * \text{Pertumbuhan Penduduk} - dt * \text{Kematian}$,	Jumlah penduduk	orang
Pengguna NAPZA	<i>Stock</i>	38.403	$+dt * \text{Pertambahan Pengguna NAPZA} - dt * \text{Pengurangan Pengguna NAPZA}$,	Jumlah pengguna NAPZA	
Peserta Rehabilitas	<i>Stock</i>	100.000	$+dt * \text{Pertambahan Peserta Rehabilitasi}$	Jumlah peserta rehabilitasi	orang
Angkatan Kerja	<i>Aux</i>	-	$\text{Penduduk} * \text{Rate Angkatan Kerja}$	Jumlah penduduk yang masuk dalam kategori angkatan kerja	orang
<i>Demand</i>	<i>Aux</i>	-	$\text{Pengguna NAPZA} / \text{Ketersediaan NAPZA}$	Perbandingan antara pengguna dan ketersediaan NAPZA	orang
Laju Pertumbuhan Penduduk	<i>Const</i>	-	1,43	Laju pertumbuhan penduduk	%
Peredaran	<i>Const</i>	-	16,85	Laju pertumbuhan penduduk	%
<i>Rate Angkatan Kerja</i>	<i>Const</i>	-	1,58	Laju pertumbuhan penduduk	%
<i>Rate Kematian Akibat NAPZA</i>	<i>Const</i>	-	20	rata-rata kematian akibat NAPZA	%
<i>Start</i>	<i>Spec</i>	2016			
<i>Stop</i>	<i>Spec</i>	2066			

Tabel 12. Persamaan Model dalam Vensim (Lanjutan)

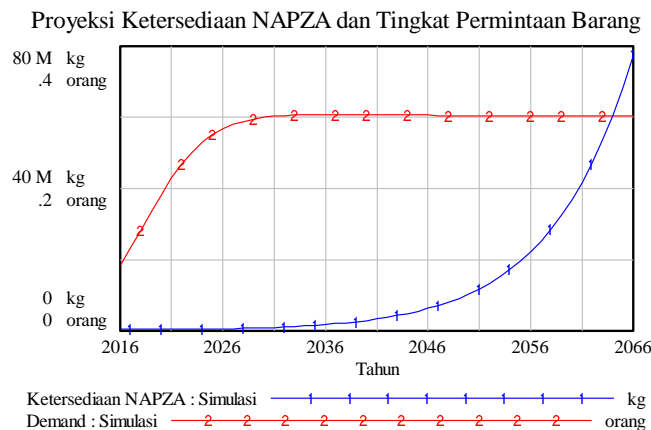
<i>Variable</i>	<i>Type</i>	init	<i>Flow</i>	doc	unit
Dt	<i>Spec</i>	1			
<i>Method</i>	<i>Spec</i>	Euler			

Untuk mendapatkan proyeksi data di atas tahun 2013, maka variabel waktu awal dan akhir pada persamaan Vensim perlu diubah menjadi 2016 untuk tahun awal dan 2066 pada tahun akhir. Setelah didapatkan keadaan masa lalu mulai dari tahun 2009 sampai 2013, maka dibuatlah proyeksi ke depannya. Proyeksi dimulai dari tahun 2016 sampai tahun 2066.



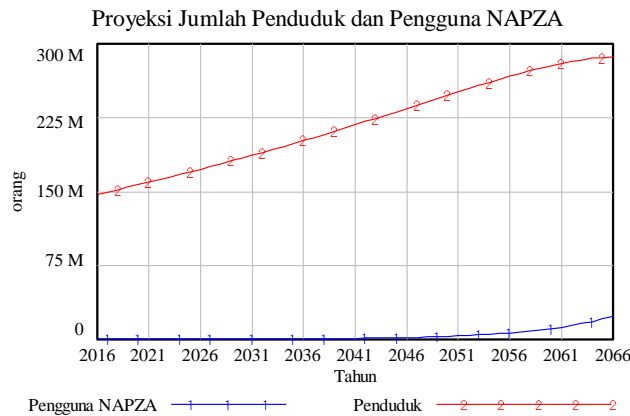
Gambar 11. Proyeksi pengguna, penambahan, dan engurangan NAPZA

Jika jumlah ketersediaan dibandingkan dengan tingkat permintaan pasar, maka tingkat permintaan sudah stabil pada rentang tahun 2026 sampai 2036.



Gambar 12 Proyeksi ketersediaan NAPZA dan tingkat permintaannya

Jika dilihat dari jumlah penduduk dan pengguna NAPZA, jumlah penduduk masih lebih besar dari jumlah pengguna. Namun jika dibiarkan, akan tiba saatnya jumlah penduduk akan sama dengan jumlah pengguna karena tiap tahun jarak perbedaannya semakin kecil.



Gambar 13 Proyeksi ketersediaan NAPZA dan tingkat permintaannya

Jumlah pengguna NAPZA akan mempengaruhi jumlah penduduk. Semakin besar jumlah penduduk mengakibatkan jumlah angkatan bertambah. Jumlah angkatan kerja akan menambah persentase penduduk yang berpotensi menggunakan NAPZA.

5.5 Implikasi Manajerial

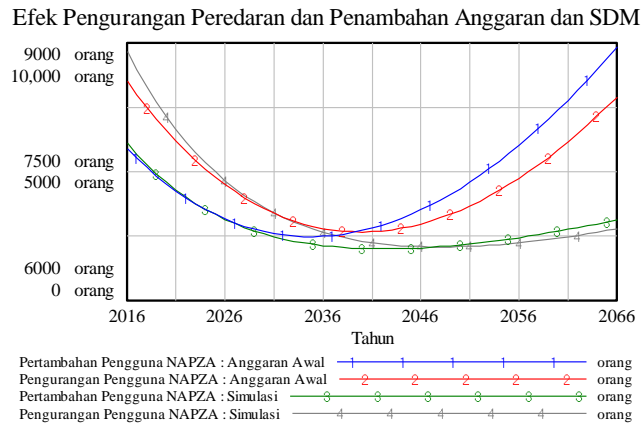
Dari model yang telah dibangun, ditemukan bahwa jumlah pengguna NAPZA meningkat dalam 50 tahun. Hal ini tidak diimbangi dengan jumlah peserta rehabilitasi, sehingga jumlah pengguna terus menumpuk dan semakin banyak. Karena itu, salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan menekan pertumbuhan pengguna NAPZA dan meningkatkan laju pertumbuhan peserta rehabilitasi. Untuk menekan laju pertumbuhan pengguna NAPZA, dapat dilakukan dari dua sisi, mengurangi alur masuk, atau memperbesar alur keluar. Mengurangi alur masuk dapat direalisasikan dengan menurunkan tingkat peredaran. Gambar 14 menggambarkan tentang perbandingan keadaan laju pertumbuhan pengguna NAPZA sebelum dan sesudah penerapan rekomendasi 1. Pada sumbu x menggambarkan tahun simulasi dan sumbu y adalah jumlah orang yang menggunakan NAPZA. Garis angka 1 menyatakan pertumbuhan pengguna NAPZA dengan kondisi sekarang selama 50 tahun ke depan. Garis nomor 2 menyatakan pertumbuhan pengguna jika menerapkan rekomendasi 1.



Gambar 14. Perbandingan laju pengguna

Dengan menekan tingkat peredaran dari 16,85% menjadi 12,5%, jumlah pertumbuhan pengguna menjadi berkurang dari 3,49 juta jiwa menjadi 411 ribu jiwa pada tahun 2066. Implikasi manajerial yang kedua adalah dengan menambah jumlah anggaran kasus dan jumlah SDM yang dikerahkan untuk melakukan razia. Dengan bertambahnya anggaran kasus dan jumlah SDM, maka semakin banyak pengguna yang tertangkap. Jumlah

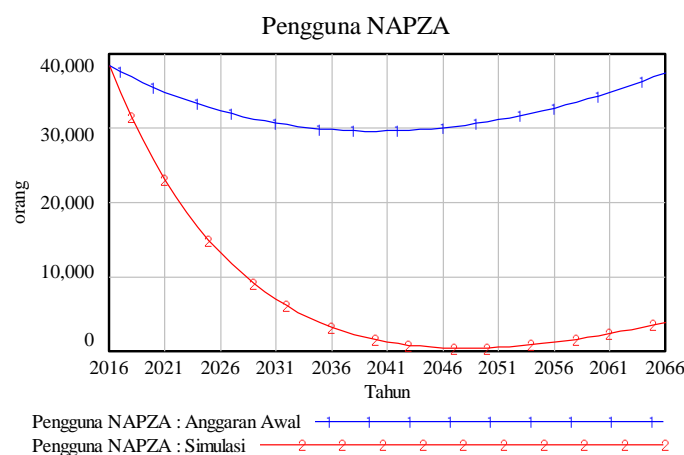
anggaran adalah jumlah capaian kasus yang harus terpenuhi dalam 1 tahun sedangkan jumlah SDM adalah jumlah penegak hukum yang dikerahkan dalam melakukan penegakan hukum, bisa dalam bentuk razia ataupun kegiatan lainnya yang berhubungan dengan NAPZA.



Gambar 15. Efek pengurangan peredaran dan penambahan anggaran dan SDM

Gambar 15 menyatakan perubahan yang terjadi jika jumlah anggaran kasus ditambahkan dari 25 kasus menjadi 40 kasus dan jumlah SDM dari 350 menjadi 500. Sumbu x menyatakan tahun simulasi dan sumbu y menyatakan jumlah orang yang menggunakan NAPZA. Pada sumbu y terdapat dua skala. Baris pertama untuk menyatakan jumlah orang yang menggunakan NAPZA sebelum menerapkan rekomendasi 2. Pada grafik, keadaan ini digambarkan dengan grafik berwarna biru atau grafik nomor 1 untuk penambahan pengguna NAPZA dan grafik berwarna merah atau grafik nomor 2 untuk pengurangan pengguna NAPZA.

Skala kedua ada pada baris 2 yang digunakan untuk menyatakan jumlah orang yang menggunakan NAPZA setelah menerapkan rekomendasi 2. Pada grafik, keadaan ini digambarkan dengan grafik berwarna hijau atau garis nomor 3 untuk penambahan pengguna NAPZA, sedangkan grafik berwarna abu-abu atau garis 4 digunakan untuk menggambarkan pengurangan pengguna NAPZA.



Gambar 16. Pengguna NAPZA sebelum dan sesudah implikasi manajerial

Pada gambar 16 terlihat bahwa jumlah pengguna NAPZA berkurang. Garis berwarna biru menyatakan keadaan pengguna NAPZA sebelum penerapan rekomendasi 2, sedangkan garis berwarna merah menyatakan keadaan pengguna NAPZA setelah penerapan

rekomendasi 2. Dengan menambah nilai anggaran dan jumlah SDM, maka jumlah penangkapan akan bertambah, sehingga jumlah pengguna NAPZA akan berkurang, dari 38 ribu menjadi sekitar 1000. Tentunya untuk menambah nilai anggaran dan jumlah SDM, dibutuhkan aturan hukum yang ketat. Untuk meningkatkan jumlah kasus, maka dibutuhkan jumlah SDM Penegak Hukum yang lebih besar. Selain itu, dibutuhkan juga peningkatan anggaran kasus, karena pada kenyataannya, jumlah kasus yang ada di lapangan lebih banyak dari jumlah kasus yang dianggarkan, sehingga ada kasus yang tidak ditangani karena jumlah anggaran kasus yang sudah terpenuhi.

6. KESIMPULAN

Dengan menggunakan model *System Dynamics*, keadaan pengguna NAPZA pada tahun 2016 dapat digambarkan. Karena variabel yang digunakan untuk proses pemodelan penyalahgunaan NAPZA berpengaruh terhadap jumlah pengguna NAPZA, maka apabila suatu saat nilai variabel tersebut berubah, model ini tetap dapat digunakan untuk memperkirakan variabel lainnya. Rancangan model yang digunakan menggunakan *archetype diagram Limit to Growth*. Dengan model ini, kegiatan peredaran yang mengakibatkan pertambahan pengguna NAPZA dapat ditekan sehingga jumlah pengguna menjadi berkurang.

Model ini juga dapat memberikan *insight* mengenai pengguna NAPZA untuk 50 tahun ke depan. Dengan mengetahui keadaan 50 tahun ke depan, pengambil keputusan dapat menentukan variabel mana yang akan ditingkatkan/dikurangi agar dapat menekan jumlah pengguna NAPZA. Pada model ini, solusi yang dapat diambil adalah dengan menurunkan tingkat peredaran NAPZA dari 16,85% menjadi 12,5%, menaikkan anggaran dari 25 menjadi 40 dan jumlah SDM Penegak Hukum dari 350 orang menjadi 500 orang. Dengan demikian, jumlah pengguna NAPZA dapat ditekan dan menurun tiap tahunnya.

Tabel 13. Kesimpulan hasil simulasi

Variabel SFD	Keadaan Awal	Implikasi Manajerial 1	Implikasi Manajerial 2
Tingkat Peredaran (%)	16,85	12,5	16,85
Anggaran (Jumlah Kasus)	25	25	40
SDM Penegak Hukum (Personil)	350	350	500
Jumlah Pengguna NAPZA (juta jiwa)	3,49	0,411	0,038

Dengan menggunakan model dan menerapkan rekomendasi yang telah disampaikan, waktu yang dibutuhkan untuk mengurangi dan menyeimbangkan pertambahan dan pengurangan jumlah pengguna NAPZA adalah 34 tahun (sampai tahun 2040) jika tingkat peredaran diturunkan dan 42 tahun (sampai tahun 2048) jika anggaran dan jumlah SDM juga ikut ditingkatkan.

REFERENSI

- [1] BADAN NARKOTIKA NASIONAL, "Laporan Kinerja Badan Narkotika Nasional 2015." p. 146, 2015.
- [2] P. Sucahya *et al.*, "Laporan Akhir Survey Nasional Perkembangan Penyalagunaan Narkoba Tahun Anggaran 2014," *BNN-Republik Indones.*, vol. VOLUME 4, no. 29, p. 100, 2015.
- [3] D. Vlachos, P. Georgiadis, and E. Iakovou, "A system dynamics model for dynamic

- capacity planning of remanufacturing in closed-loop supply chains,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 34, no. 2, pp. 367–394, 2007.
- [4] K. A. Stave, “A system dynamics model to facilitate public understanding of water management options in Las Vegas, Nevada,” *J. Environ. Manage.*, vol. 67, no. 4, pp. 303–313, 2003.
 - [5] I. Winz, G. Brierley, and S. Trowsdale, “The Use of System Dynamics Simulation in Water Resources Management,” *Water Resour. Manag.*, vol. 23, no. 7, pp. 1301–1323, 2008.
 - [6] T. B. Fowler, “The international narcotics trade: Can it be stopped by interdiction?,” *J. Policy Model.*, vol. 18, no. 3, pp. 233–270, 1996.
 - [7] D. H. Meadows, *Thinking in Systems*, vol. 53, no. 9. 2009.
 - [8] J. D. Sterman, *Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, vol. 6, no. 1. 2000.
 - [9] “Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi,” 2016.